

IAP/Rec'd PCT/PTO 26 JUN 2006 PCT \$

PTO/SB/17 (12-04v2)

Approved for use through 7/31/2006. OMB 0651-0032

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no person are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

FEE TRANSMITTAL For FY 2005		Complete if Known	
		Application Number	10/526,220-Conf. #7058
<input type="checkbox"/> Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27		Filing Date	March 1, 2005
		First Named Inventor	Shinji KURODA
		Examiner Name	T. Ho
TOTAL AMOUNT OF PAYMENT		(\$) 130.00	Attorney Docket No. 0054-0292PUS1

METHOD OF PAYMENT (check all that apply)	
<input checked="" type="checkbox"/> Check	<input type="checkbox"/> Credit Card <input type="checkbox"/> Money Order <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Other (please identify):
<input type="checkbox"/> Deposit Account	Deposit Account Number: 02-2448 Deposit Account Name: Birch, Stewart, Kolasch & Birch, LLP
For the above-identified deposit account, the Director is hereby authorized to: (check all that apply)	
<input type="checkbox"/> Charge fee(s) indicated below	<input type="checkbox"/> Charge fee(s) indicated below, except for the filing fee
<input checked="" type="checkbox"/> Charge any additional fee(s) or underpayment of fee(s) under 37 CFR 1.16 and 1.17	<input checked="" type="checkbox"/> Credit any overpayments

FEE CALCULATION							
1. BASIC FILING, SEARCH, AND EXAMINATION FEES							
	FILING FEES		SEARCH FEES		EXAMINATION FEES		
Application Type	Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)	Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)	Fee (\$)	Small Entity Fee (\$)	Fees Paid (\$)
Utility	300	150	500	250	200	100	
Design	200	100	100	50	130	65	
Plant	200	100	300	150	160	80	
Reissue	300	150	500	250	600	300	
Provisional	200	100	0	0	0	0	
2. EXCESS CLAIM FEES							
						Small Entity Fee (\$)	Fee (\$)
Each claim over 20 (including Reissues)						50	25
Each independent claim over 3 (including Reissues)						200	100
Multiple dependent claims						360	180
Total Claims		Extra Claims	Fee (\$)	Fee Paid (\$)	Multiple Dependent Claims		
7		- 20 =	x	=	Fee (\$)		Fee Paid (\$)
Indep. Claims		Extra Claims	Fee (\$)	Fee Paid (\$)			
3		- 3 =	x	=			
3. APPLICATION SIZE FEE							
If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper (excluding electronically filed sequence or computer listings under 37 CFR 1.52(e)), the application size fee due is \$250 (\$125 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).							
Total Sheets	Extra Sheets	Number of each additional 50 or fraction thereof		Fee (\$)	Fee Paid (\$)		
	- 100 =	/50 (round up to a whole number) x		=			
4. OTHER FEE(S)							
Non-English Specification, \$130 fee (no small entity discount)						Fees Paid (\$)	
Other (e.g., late filing surcharge): Petition						\$ 130.00	

SUBMITTED BY			
Signature		Registration No. (Attorney/Agent)	29,680
Name (Print/Type)	Michael K. Mutter	Telephone	(703) 205-8000
		Date	June 26, 2006

07/05/2005 LLANDERA 00000021 10526220

01 7031434

130.00 EP



Docket No.: 0054-0292PUS1
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Shinji KURODA et al.

Application No.: 10/526,220

Confirmation No.: 7058

Filed: March 1, 2005

Art Unit: 2821

For: REFLECTOR ANTENNA DEVICE

Examiner: T. Ho

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

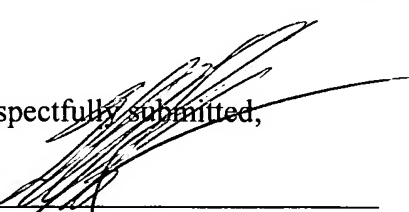
Applicants hereby claim priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	JP2003-292760	August 13, 2003

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: June 26, 2006

Respectfully submitted,

By 
Michael K. Mutter
Registration No.: 29,680
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP
8110 Gatehouse Road
Suite 100 East
P.O. Box 747
Falls Church, Virginia 22040-0747
(703) 205-8000
Attorney for Applicant



Docket No.: 0054-0292PUS1
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Shinji KURODA et al.

Application No.: 10/526,220

Confirmation No.: 7058

Filed: March 1, 2005

Art Unit: 2821

For: REFLECTOR ANTENNA DEVICE

Examiner: T. Ho

PETITION TO ENTER PRIORITY DOCUMENT INTO THE RECORD
AFTER PAYMENT OF ISSUE FEE

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

This is a Petition requesting that the certified copy of the priority document JP2003-292760 in connection with the above-identified application, attached herewith, be entered into the record.

Should any outstanding matters remain in the above-identified application, please contact the undersigned at (703) 205-8000 in the Washington, DC area.

A check in the amount of \$130.00 is attached herewith, as payment of the appropriate fees under 37 C.F.R. § 1.17(i).

Application No.: 10/526,220

Docket No.: 0054-0292PUS1

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fees required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Dated: June 26, 2006

Respectfully submitted,

By 

Michael K. Mutter

Registration No.: 29,680

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

8110 Gatehouse Road

Suite 100 East

P.O. Box 747

Falls Church, Virginia 22040-0747

(703) 205-8000

Attorney for Applicant

Attachment: Certified copy of the priority document JP2003-292760
Check in the amount of \$130.00

[Faint handwritten notes at the bottom of the page]

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2003年 8月13日

願 番 号

Application Number:

特願 2 0 0 3 - 2 9 2 7 6 0

③ 条約による外国への出願
 ④ 優先権の主張の基礎
 ⑤ 出願の国コードと出願

country code and number
our priority application,
used for filing abroad
the Paris Convention, is

J P 2 0 0 3 - 2 9 2 7 6 0

人願

Significant(s):

三菱電機株式会社

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

2006年 6月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

誠 鳴 中



【書類名】 特許願
【整理番号】 546604JP01
【提出日】 平成15年 8月13日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H05B 6/72
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 稲沢 良夫
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 黒田 晋嗣
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 小西 善彦
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 牧野 滋
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 草壁 健児
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 内藤 出
【特許出願人】
 【識別番号】 000006013
 【氏名又は名称】 三菱電機株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100057874
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 曾我 道照
【選任した代理人】
 【識別番号】 100110423
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 曾我 道治
【選任した代理人】
 【識別番号】 100084010
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 古川 秀利
【選任した代理人】
 【識別番号】 100094695
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鈴木 憲七
【選任した代理人】
 【識別番号】 100111648
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 梶並 順
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 000181
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	特許請求の範囲	1
【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

一次放射器が開口部から放射する電波を受けて、当該電波を反射する副反射鏡と、
上記副反射鏡が反射する上記電波を受けて、当該電波を空間に放射する主反射鏡と
を備え、

上記副反射鏡および上記主反射鏡の形状は、上記副反射鏡を上記主反射鏡による電波の放射方向と平行に上記主反射鏡上に投影した上記主反射鏡の領域における電力が所定の第 1 のしきい値以下で、かつ、上記領域以外の上記主反射鏡の領域によって決定されるアンテナの放射パターンが所望の特性になるように設計されている

ことを特徴とする反射鏡アンテナ装置。

【請求項 2】

一次放射器が開口部から放射する電波を受けて、当該電波を反射する副反射鏡と、
上記副反射鏡が反射する上記電波を受けて、当該電波を空間に放射する主反射鏡と
を備え、

上記副反射鏡および上記主反射鏡の形状は、上記一次放射器の開口部における電力が所定の第 2 のしきい値以下で、かつ、上記副反射鏡を上記主反射鏡による電波の放射方向と平行に上記主反射鏡上に投影した上記主反射鏡の領域以外の他の上記主反射鏡の領域によって決定されるアンテナの放射パターンが所望の特性になるように設計されている

ことを特徴とする反射鏡アンテナ装置。

【請求項 3】

一次放射器の開口部から放射される電波を受けて、当該電波を反射する副反射鏡と、
上記副反射鏡により反射される上記電波を受けて、当該電波を空間に放射する主反射鏡
と
を備え、

上記副反射鏡および上記主反射鏡の形状は、上記副反射鏡を上記主反射鏡による電波の放射方向と平行に上記主反射鏡上に投影した上記主反射鏡の領域における電力が所定の第 1 のしきい値以下で、上記一次放射器の開口部における電力が所定の第 2 のしきい値以下で、かつ、上記領域以外の上記主反射鏡の領域によって決定されるアンテナの放射パターンが所望の特性になるように設計されている

ことを特徴とする反射鏡アンテナ装置。

【請求項 4】

上記一次放射器の開口部の周辺部に、電波を吸収するための電波吸収体を設けたことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の反射鏡アンテナ装置。

【請求項 5】

上記一次放射器の側面に、電波を吸収するための電波吸収体を設けたことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の反射鏡アンテナ装置。

【請求項 6】

上記副反射鏡を上記主反射鏡による電波の放射方向と平行に上記主反射鏡上に投影した上記主反射鏡の上記領域に、電波を吸収するための電波吸収体を設けたことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の反射鏡アンテナ装置。

【請求項 7】

上記副反射鏡を上記主反射鏡による電波の放射方向と平行に上記主反射鏡上に投影した上記主反射鏡の領域に到来する電波を上記副反射鏡の方向以外に反射するための金属板を、上記主反射鏡による電波の放射方向に対して 90° 以上かつ 180° 以下の角度をつけて上記領域に設けたことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の反射アンテナ装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】反射鏡アンテナ装置

【技術分野】

【0001】

この発明はアンテナ装置に関し、特に、2枚の鏡面からなる反射鏡アンテナ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

2枚の反射鏡からなる従来の反射鏡アンテナ装置においては、その一例を図9に示すように、一次放射器3から放射された電磁波は副反射鏡1で反射され、さらに主反射鏡2で反射されて、空間に電磁波を放射する。また、幾何光学的には一次放射器3の位相中心4から放射した電磁波は、4-P-Q-R、4-U-V-Wの経路をとるように、副反射鏡1および主反射鏡2の形状が決定されているため、副反射鏡1を主反射鏡2による電波の放射方向と平行に主反射鏡2上に投影した領域Aには幾何光学的には電波は到達しない（例えば、非特許文献1参照。）。

【0003】

また、幾何光学的な設計ではなく、物理光学法に基づき、波動的な影響を考慮して設計した反射鏡も提案されている。この反射鏡アンテナにおいては、物理光学法に基づいて、波動的な影響を考慮して放射パターンを求め、利得とサイドローブ双方の性能を非線形最適化手法を用いて最適化している（例えば、非特許文献2参照。）。

【0004】

【非特許文献1】Tom Milligan 著、“A Simple Procedure for the Design of Classical Displaced-Axis Dual-Reflector Antennas Using a Set of Geometric Parameters”、IEEE Antennas and Propagation Magazine、1999年12月、Vol.41, No.6, pp.64-72

【非特許文献2】野本真一、他1名、「小口径オフセット双反射鏡アンテナの鏡面修整法」、電子情報通信学会論文誌、1988年11月、B Vol. J71-B、No. 11、pp. 1338-1344

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

図9に示す従来の反射鏡アンテナ装置では幾何光学的には領域Aに電波が到来しないが、実際には電磁波の波動的性質により電波が到来する。この現象は副反射鏡1の大きさが波長比で小さくなるにつれて顕著になる。一次放射器3から放射された電磁波が副反射鏡1で反射し、領域Aに到来する電磁波の影響によって、一次放射器3による散乱波、あるいは、主反射鏡2と副反射鏡1間の多重反射波など望ましくない寄与を生じ、アンテナの特性劣化を引き起こすという問題点があった。

【0006】

また、上述の非特許文献2では、物理光学法に基づく鏡面修整でアンテナを設計しているが、アンテナの性能のみを評価関数にして設計しており、幾何光学的には到来しないはずの領域の電磁波の影響による性能劣化を引き起こすリスクについては考慮されていないという問題点があった。

【0007】

この発明は、かかる問題点を解決するためになされたものであり、不要な電磁波の影響を抑え、アンテナの性能の向上を図る反射鏡アンテナ装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明は、一次放射器が開口部から放射する電波を受けて、当該電波を反射する副反射鏡と、上記副反射鏡が反射する上記電波を受けて、当該電波を空間に放射する主反射鏡とを備え、上記副反射鏡および上記主反射鏡の形状は、上記副反射鏡を上記主反射鏡によ

る電波の放射方向と平行に上記主反射鏡上に投影した上記主反射鏡の領域における電力が所定の第1のしきい値以下で、かつ、上記領域以外の上記主反射鏡の領域によって決定されるアンテナの放射パターンが所望の特性になるように設計されている反射鏡アンテナ装置である。

【発明の効果】

【0009】

この発明は、上記副反射鏡および上記主反射鏡の形状を、上記副反射鏡を上記主反射鏡による電波の放射方向と平行に上記主反射鏡上に投影した上記主反射鏡の領域における電力が所定の第1のしきい値以下で、かつ、上記領域以外の上記主反射鏡の領域によって決定されるアンテナの放射パターンが所望の特性になるように設計するようにしたので、不要な電磁波の影響を抑え、アンテナの性能の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

実施の形態1.

本発明の実施の形態1に係わる反射鏡アンテナ装置の構成を図1に示す。図1(a)に示すように、本実施の形態1に係る反射鏡アンテナは、一次放射器3から放射される電波を受け反射する副反射鏡1と、副反射鏡1で反射される電波を受け空間に電波を放射する主反射鏡2から構成されている。また、副反射鏡1を空間的に支えるためのステー5が、主反射鏡2上に設けられている。

【0011】

一次放射器3から放射された電磁波は副反射鏡1で反射され、さらに主反射鏡2で反射されて、空間に電波を放射する。この反射鏡アンテナ装置において、アンテナの性能劣化を引き起こすリスクを低減するためには、副反射鏡1を主反射鏡2による電波の放射方向と平行に主反射鏡2上に投影した主反射鏡2の領域Aに到来する電磁波の強度を抑え、かつ、領域A以外の主反射鏡2の領域である領域Bに到来する電磁波で規定されるアンテナ特性の利得および放射パターンが所望の特性が得られるよう設計する必要がある。

【0012】

また、領域Aに到来する電磁波の強度およびアンテナ特性は幾何光学的な手法ではなく、物理光学法などの波動的な影響を考慮できる手法で計算する必要がある。

【0013】

そのため、本実施の形態においては、物理光学法などの波動的な影響を考慮できる手法で、領域Aに到来する電磁波の強度を所定の値以下に抑え、かつ、領域A以外の主反射鏡2の領域Bに到来する電磁波で規定されるアンテナ特性の利得および放射パターンが所望の特性が得られるように、副反射鏡および主反射鏡の形状の最適化を行い、アンテナ設計をするようにした。なお、電磁波の強度に関する上記所定の値と、アンテナ特性の利得および放射パターンに関する所望の特性とについては、いずれも、最適化手法の計算を始める前に適宜決定しておくものとする。

【0014】

図2に、本実施の形態に係る設計手順を示す。この設計手順において所望の特性が得られるようアンテナ設計を行う際には、非線形最適化手法で繰り返し計算を行い最適化する。最適化手法としては、遺伝的アルゴリズム (Yahya Rahmat-Samii, Electromagnetic Optimization by Genetic Algorithm, John Wiley & Sons, Inc) に基づく最適化も有効である。

【0015】

本実施の形態に係る設計手順においては、図2に示すように、まず、副反射鏡1の形状を決定する(ステップS1)。決定方法としては、例えば、所定の関数を与えて、当該関数のパラメータに適宜数値を入れて、決定する。この関数の取り方により、図9に示すような単なる凸面鏡や、図1に示すような表面形状に凹凸のうねりがあるもの等様々な形状を選ぶことができる。次に、同様の方法により、主反射鏡2の形状を決定する(ステップS2)。次に、領域Aの電磁波を計算することにより、領域Aの電力について評価する(

ステップS3)。領域Aには、幾何学的には電磁波が到来しないはずであるが、実際には電磁波の波動的性質により電磁波が到来してしまい、当該電磁波によりアンテナの性能劣化を引き起こすため、出来る限り、この電磁波を抑えることができるように、副反射鏡1および主反射鏡2の形状を選ぶことができれば、アンテナの性能劣化を抑制することができる。

【0016】

次に、領域A以外の主反射鏡2の領域Bに到来する電磁波で決定されるアンテナ特性の利得および放射パターンを計算する(ステップS4)。このアンテナ特性の利得および放射パターンが所望の特性が得られるように、副反射鏡1および主反射鏡2の形状を選ぶことができれば、アンテナの性能の向上を図ることができる。

【0017】

そのため、次に、ステップS3で求めた領域Aの電力が予め設定された所定の値以下で、かつ、ステップS4で求めたアンテナ特性の利得および放射パターンが予め設定された所望の特性を得ているか否かを判定する(ステップS5)。ステップS5で2つの条件を満たしていない場合には、図2の処理のはじめに戻り、ステップS1およびS2により、副反射鏡1および主反射鏡2の形状を変更して、同じ処理を行う。このようにして、2つの条件を満たすことができるまで、非線形最適化手法で繰り返し計算を行って、最適化する。

【0018】

以下では、上述のステップS1およびステップS2で決定している鏡面形状の例について説明する。まず、図1(b)に示すように座標系をとり反射鏡アンテナの初期形状を決定する。副反射鏡1および主反射鏡2の座標を極座標系で定義し、原点から副反射鏡1上の端部の見込み角を θ_0 とする。副反射鏡座標 $P^0_s(\theta, \phi)$ は原点からの距離 $r_0(\theta, \phi)$ と原点から副反射鏡1上の方向ベクトル \hat{e}_r ハットとにより次式で与えられる。

【0019】

【数1】

$$P^0_s(\theta, \phi) = r_0(\theta, \phi)\hat{e}_r \quad \{0 \leq \theta \leq \theta_0, 0 \leq \phi \leq 2\pi\} \quad (1)$$

$$\hat{e}_r = (\sin \theta \cos \phi, \sin \theta \sin \phi, \cos \theta) \quad (2)$$

$$\hat{n}_s = \frac{\frac{\partial P^0_s(\theta, \phi)}{\partial \theta} \times \frac{\partial P^0_s(\theta, \phi)}{\partial \phi}}{\left| \frac{\partial P^0_s(\theta, \phi)}{\partial \theta} \times \frac{\partial P^0_s(\theta, \phi)}{\partial \phi} \right|} \quad (3)$$

【0020】

ここで、 \hat{n}_s ハットは副反射鏡1上の法線ベクトルである。主反射鏡2の座標 $P^0_m(\theta, \phi)$ は、副反射鏡1における反射方向 \hat{e}_s ハットと副反射鏡1上の点から主反射鏡2上の点までの距離 $S_0(\theta, \phi)$ とにより次式で与えられる。

【0021】

【数2】

$$P^0_m(\theta, \phi) = P^0_s(\theta, \phi) + s_0(\theta, \phi)\hat{e}_s \quad (4)$$

$$\hat{e}_s = \hat{e}_r - 2(\hat{n}_s \cdot \hat{e}_r)\hat{n}_s \quad (5)$$

【0022】

距離 $r_0(\theta, \phi)$ と $S_0(\theta, \phi)$ を与えることにより反射鏡の形状が決定されるが、初期値としてはカセグレンアンテナあるいはグレゴリアンアンテナなどのように、副反

射鏡形状が双曲面あるいは楕円曲面で、主反射鏡形状が放物面になるように $r_0(\theta, \phi)$ および $S_0(\theta, \phi)$ を定義すればよい。

【0023】

次に、様々な反射鏡の形状を表現するため、この初期形状に以下の変位量を加算した、新たな副反射鏡座標 $P_s(\theta, \phi)$ および主反射鏡 $P_m(\theta, \phi)$ を次式により規定する。

【0024】

【数3】

$$P_s(\theta, \phi) = P_s^0(\theta, \phi) + r(\theta, \phi)\hat{e}_r \quad (6)$$

$$r(\theta, \phi) = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f_{mn} J_m(\lambda_m \theta / \theta_0) \cos n\phi \quad (7)$$

$$P_m(\theta, \phi) = P_m^0(\theta, \phi) + s(\theta, \phi)\hat{e}_s \quad (8)$$

$$s(\theta, \phi) = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} g_{mn} J_m(\lambda_m \theta / \theta_0) \cos n\phi \quad (9)$$

【0025】

ここで、 λ_m は m 次の第一種ベッセル関数の最初の根であり、 $P_s(\theta_0, \phi) = P_m(\theta_0, \phi) = 0$ を満たし、副反射鏡1および主反射鏡2の位置を拘束することを意味する。副反射鏡形状および主反射鏡形状を規定する各関数の係数 f_{mn} 、 g_{mn} を変えることで、様々な形状の反射鏡アンテナを表すことができる。

【0026】

反射鏡アンテナの形状が規定されれば物理光学法を用いることによってステップS3の領域Aの電力、ステップS4の利得および放射パターンを求めることができる。遺伝的アルゴリズムを用いた最適化を行う場合、あるパラメータを決めたときにそれに対する評価関数が規定される場合、この評価関数を最大にするパラメータを求めることができる。従って、ステップS5では、利得および放射パターンが所望の値で、かつ、領域Aの電力が所望の値以下になったときに差以内になるよう評価関数を規定する。このような評価関数として E_{all} を次式のように規定する。

【0027】

【数4】

$$E_{all} = E_{gain} + E_{pat} + E_{blocking} \quad (10)$$

$$E_{gain} = \text{利得で規定される評価関数} \quad (11)$$

$$E_{pat} = \text{パターンで規定される評価関数} \quad (12)$$

$$E_{blocking} = \text{副鏡遮蔽領域(領域A)の電力で規定される評価関数} \quad (13)$$

【0028】

ここで、以下の関数を定義する。

【0029】

$$u(x) = \begin{cases} A_1(x - x_b) + B_1 & (x \leq x_b) \\ B_1 & (x > x_b) \end{cases} \quad (A_1: \text{正の値}) \quad (14)$$

$$v(x) = \begin{cases} B_1 & (x \leq x_b) \\ A_1(x - x_b) + B_1 & (x > x_b) \end{cases} \quad (A_1: \text{正の値}) \quad (15)$$

【0030】

$u(x)$ は x_b 以下の領域において A_1 で単調増加し、 x_b 以上で一定値 B_1 をとる関

数で、 $v(x)$ は x_b 以下の領域で一定値 B_1 をとり、 x_b 以上で傾き A_1 で単調減少する関数である。従って、関数 $u(x)$ は引数が一定値以上、関数 $V(x)$ は一定値以下の値を実現するために用いる。例えば利得を所望の値以上にするため関数 $u(x)$ を用い、放射パターンを規定のパターン以下、領域 A の電力を所望の値以下にするため、関数 $v(x)$ を用いる。

【0031】

あるパラメータで決定される修整鏡面での利得の値を g 、利得の目標値を g_{target} とするとき、評価関数 E_{gain} は以下のように規定できる。

【0032】

【数5】

$$E_{gain} = u(g) \quad (16)$$

(A_1, B_1 : 適切な値、 $x_b = g_{target}$)

【0033】

また、放射パターンの評価点数を N_{pat} とし、各評価点でのサイドローブレベルを s_i ($i=1, \dots, N_{pat}$)、目標値を S_{target} とすると、評価関数 E_{pat} は以下のように規定できる。

【0034】

【数6】

$$E_{pat} = \sum_{i=1}^{N_{pat}} v(s_i) \quad (17)$$

(A_1, B_1 : 適切な値、 $x_b = S_{target}$)

【0035】

この目標値は、アンテナのサイドローブマスクが規定されている場合には、そのマスクパターンそのもの、あるいは、多少マージンを見込んだものを設定すればよい。

【0036】

また、副反射鏡遮蔽領域の電力の評価点数を $N_{blocking}$ とし、各評価点での電力を p_i ($i=1, \dots, N_{blocking}$)、目標値を $p_{blocking}$ とすると、評価関数 $E_{blocking}$ は以下のように規定できる。

【0037】

【数7】

$$E_{blocking} = \sum_{i=1}^{N_{blocking}} v(p_i) \quad (18)$$

(A_1, B_1 : 適切な値、 $x_b = p_{blocking}$)

【0038】

以上において各評価関数で A_1, B_1 の値は各評価関数の重要度から適切に値を決める必要がある。この評価関数を遺伝的アルゴリズムで最適化することにより、利得が所望の値以上、放射パターンを規定のパターン以下、領域 A の電力を所望の値以下にする鏡面パラメータ、すなわち、鏡面形状を決定することができる。

【0039】

以上のように、本実施の形態においては、非線形最適化手法により、領域 A の電力が予め設定された所定の値以下で、かつ、アンテナ特性の利得および放射パターンが予め設定された所望の特性を得ることができるまで計算を繰り返して、副反射鏡 1 および主反射鏡 2 の形状を決定するようにしたので、高性能な特性を有し、アンテナの性能劣化を最小限

に抑えた反射鏡アンテナを得ることができる。

【0040】

なお、反射鏡アンテナが小型になると、副反射鏡の大きさが波長比で小さくなってしまいうので、通常であれば領域Aへ電波が到来しやすくなるが、本実施の形態による図2の設定手順でアンテナ設計を行えば、性能劣化を抑えることができる。このように、性能劣化を引き起こしやすい、小型反射鏡アンテナに特に本実施の形態は有効である。

【0041】

実施の形態2.

図3に本実施の形態1に係る反射鏡アンテナの構成を示し、図4にその設計手順を示す。上述の実施の形態1では、領域Aの電力低減のみを考慮していたが、本実施の形態においては、その代わりに、一次放射器3の開口面（または、開口部という。図3の領域C）での電力を低減すること、あるいは、領域Aおよび領域Cの双方の領域の電力の低減を考慮して、アンテナ設計を行うことを特徴とする。なお、以下の説明においては、領域Aおよび領域Cの双方の領域の電力の低減を考慮した場合について説明する。

【0042】

図3に示すように、本実施の形態に係る反射鏡アンテナの構成は、上述の図1に示したものと基本的に同じであるため、ここでは、その説明を省略する。

【0043】

次に、本実施の形態に係る設計手順を図4を用いて説明する。本実施の形態に係る設計手順においては、図4に示すように、まず、副反射鏡1の形状を決定する（ステップS11）。決定方法としては上述と同様である。次に、同様の方法により、主反射鏡2の形状を決定する（ステップS12）。次に、領域Aおよび領域Cの電磁波を計測することにより、領域Aおよび領域Cの電力について評価する（ステップS13）。領域Cにおいては、一次放射器3による散乱波が発生するため、これにより、望ましくない寄与を生じ、アンテナの特性劣化を引き起こしてしまうので、出来る限り、この散乱波の発生を抑えることができるように、副反射鏡1および主反射鏡2の形状を選ぶことができれば、アンテナの性能劣化を抑制することができる。領域Aについては、上述の実施の形態1で述べた通りである。次に、領域A以外の主反射鏡2の領域Bに到来する電磁波で決定されるアンテナ特性の利得および放射パターンを計算する（ステップS14）。これについては、上述の実施の形態1で述べた通りである。次に、ステップS13で求めた領域Aおよび領域Cの電力が予め設定された所定の値以下で、かつ、ステップS14で求めたアンテナ特性の利得および放射パターンが予め設定された所望の特性を得ているか否かを判定する（ステップS15）。ステップS15で2つの条件を満たしていない場合には、図4の処理のはじめに戻り、ステップS11およびS12により、副反射鏡1および主反射鏡2の形状を変更して、同じ処理を行う。このようにして、2つの条件を満たすことができるまで、非線形最適化手法で繰り返し計算を行って、最適化する。

【0044】

以上のように、本実施の形態においても、非線形最適化手法でアンテナの設計の最適化を行うようにしたので、実施の形態1と同様に、高性能な特性を有し、アンテナの性能劣化を最小限に抑えた反射鏡アンテナを得ることができる。本実施の形態においては、一次放射器3による散乱波による性能劣化を考慮するようにしたので、反射鏡アンテナが小型になり、一次放射器3と副反射鏡1の距離が近くなったときに、特に有効である。

【0045】

実施の形態3.

本実施の形態に係る反射鏡アンテナ装置について図5を用いて説明する。本実施の形態は、一次放射器3の開口面の周辺部に電波吸収体6Aを装荷したことを特徴とする。これにより、一次放射器3の開口面に到来する電波を電波吸収体6Aにより吸収することができるので、一次放射器3による散乱波の発生を抑え、散乱波による性能劣化を抑制することができる。他の構成は、上記の実施の形態1または2と同じであり、ここでは、その説明を省略するが、副反射鏡1および主反射鏡2の形状は、上記の実施の形態1または2の

いずれかの設計手順により決定されたものであるとする。

【0046】

以上のように、本実施の形態においては、一次放射器 3 の開口面の周辺部に電波吸収体 6 A を設けて、一次放射器 3 の開口面で散乱する電力を抑えるようにしたので、アンテナの性能劣化を抑制することができるという効果が得られる。

【0047】

なお、本実施の形態における反射鏡アンテナ装置は、装置が小型になり、一次放射器 3 と副反射鏡 1 の距離が近くなったときに特に有効である。

【0048】

実施の形態 4.

本実施の形態に係る反射鏡アンテナ装置について図 6 を用いて説明する。本実施の形態は、一次放射器 3 の側面に電波吸収体 6 B を装荷したことを特徴とする。これにより、一次放射器 3 の側面に到来する電波により発生する散乱波を電波吸収体 6 B により吸収することができるので、散乱波による性能劣化を抑制することができる。他の構成は、上記の実施の形態 1 または 2 と同じであり、ここでは、その説明を省略するが、副反射鏡 1 および主反射鏡 2 の形状は、上記の実施の形態 1 または 2 のいずれかの設計手順により決定されたものであるとする。

【0049】

以上のように、本実施の形態においては、一次放射器 3 の側面に電波吸収体 6 B を設けて、一次放射器 3 の側面で散乱する電力を抑えるようにしたので、アンテナの性能劣化を抑制することができるという効果が得られる。

【0050】

なお、本実施の形態における反射鏡アンテナ装置は、装置が小型になり、一次放射器 3 と副反射鏡 1 の距離が近くなったときに、一次放射器 3 による散乱波による性能劣化を特に抑制できるという効果がある。

【0051】

実施の形態 5.

本実施の形態に係る反射鏡アンテナ装置について図 7 を用いて説明する。本実施の形態は、副反射鏡 1 を主反射鏡 2 に投影した領域 A に電波吸収体 6 C を装荷したことを特徴とする。これにより、領域 A における主反射鏡 2 と副反射鏡 1 間の多重反射波を電波吸収体 6 C により吸収することができるので、多重反射波による性能劣化を抑制することができる。他の構成は、上記の実施の形態 1 または 2 と同じであり、ここでは、その説明を省略するが、副反射鏡 1 および主反射鏡 2 の形状は、上記の実施の形態 1 または 2 のいずれかの設計手順により決定されたものであるとする。

【0052】

以上のように、本実施の形態においては、領域 A に電波吸収体 6 C を設けて、領域 A と副反射鏡 1 間の多重反射波を抑制するようにしたので、アンテナの性能劣化を抑制することができるという効果が得られる。

【0053】

なお、本実施の形態における反射鏡アンテナ装置は、装置が小型になり、主反射鏡 2 と副反射鏡 1 の距離が近くなったときに特に有効であり、その場合にも、高性能なアンテナを実現することができる。

【0054】

なお、図 7 の例においては、電波吸収体 6 C が板状のものが記載されているが、この場合に限らず、領域 A の表面に沿うように設けるようにしてもよい。

【0055】

実施の形態 6.

本実施の形態に係る反射鏡アンテナ装置について図 8 を用いて説明する。本実施の形態は、副反射鏡 1 を主反射鏡 2 に投影した領域 A に、一次放射器 3 による電波の放射方向に対して所定の傾斜をつけて、電磁波を反射させるための金属板等から構成された反射板 7

を装荷したことを特徴とする。なお、当該所定の傾斜とは、例えば、図 8 に示すように、一次放射器 3 による電波の放射方向と反射板 7（または反射板 7 の延長線）とがなす角を α とすると、 α の値が $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ の範囲になるように適宜設定する。これにより、本実施の形態における反射鏡アンテナでは、領域 A に到来する電磁波をこの反射板 7 で副反射鏡 1 の方向以外に反射することができるため、領域 A と副反射鏡 1 間の多重反射を抑制し、アンテナの性能劣化を抑制できるという効果がある。

【0056】

なお、本実施の形態に係る反射鏡アンテナ装置は、装置が小型になり、主反射鏡 2 と副反射鏡 1 の距離が近くなったときに特に有効であり、その場合も高性能なアンテナを実現することができる。

【0057】

実施の形態 7.

上述の実施の形態 1 および 2 においては、ステップ S 1 および S 2 で、副反射鏡 1 および主反射鏡 2 の形状を決定する例について示したが、その場合に限らず、例えば、主反射鏡 2 の形状は固定としておき、副反射鏡 1 の形状のみを非線形最適化手法で最適化するようにしてもよい。また、その逆で、副反射鏡 1 の形状を固定としてもよい。この場合には、上述の実施の形態 1 または 2 と同様の効果が得られるとともに、さらに、いずれか一方の反射鏡の形状についての決定処理がなくなるので、計算負荷を減らすことができる。

【0058】

また、上述の実施の形態 3、4 および 5、あるいは、実施の形態 3、4 および 6 は、適宜組み合わせるとよく、その場合には、電磁波をさらに抑制できるので、アンテナの性能をより高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図 1】 (a) は本発明の実施の形態 1 に係る反射鏡アンテナ装置の構成を示す説明図、(b) は本発明の実施の形態 1 に係る反射鏡アンテナ装置の初期形状と座標系とを示す説明図である。

【図 2】 本発明の実施の形態 1 に係る反射鏡アンテナ装置における副反射鏡および主反射鏡の形状を決定する処理の流れを示す流れ図である。

【図 3】 本発明の実施の形態 2 に係る反射鏡アンテナ装置の構成を示す説明図である。

【図 4】 本発明の実施の形態 2 に係る反射鏡アンテナ装置における副反射鏡および主反射鏡の形状を決定する処理の流れを示す流れ図である。

【図 5】 本発明の実施の形態 3 に係る反射鏡アンテナ装置の構成を示す説明図である。

【図 6】 本発明の実施の形態 4 に係る反射鏡アンテナ装置の構成を示す説明図である。

【図 7】 本発明の実施の形態 5 に係る反射鏡アンテナ装置の構成を示す説明図である。

【図 8】 本発明の実施の形態 6 に係る反射鏡アンテナ装置の構成を示す説明図である。

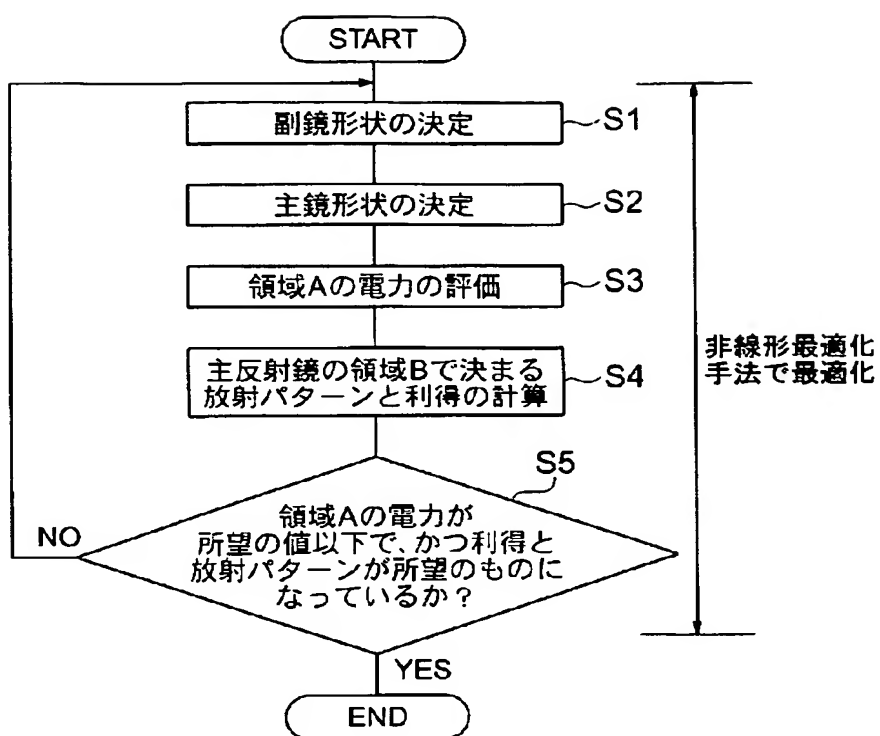
【図 9】 従来の反射鏡アンテナ装置の構成を示す説明図である。

【符号の説明】

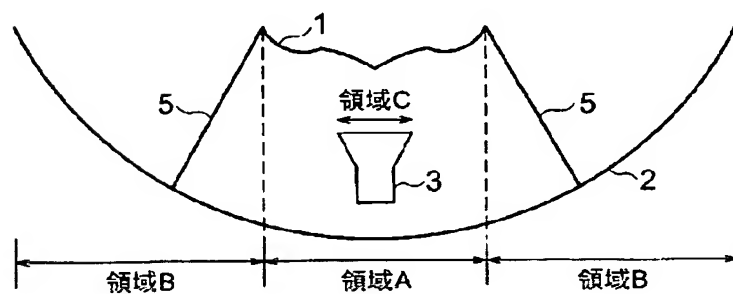
【0060】

1 副反射鏡、2 主反射鏡、3 一次放射器、4 位相中心、5 スラー、6 A, 6 B, 6 C 電波吸収体、7 反射板。

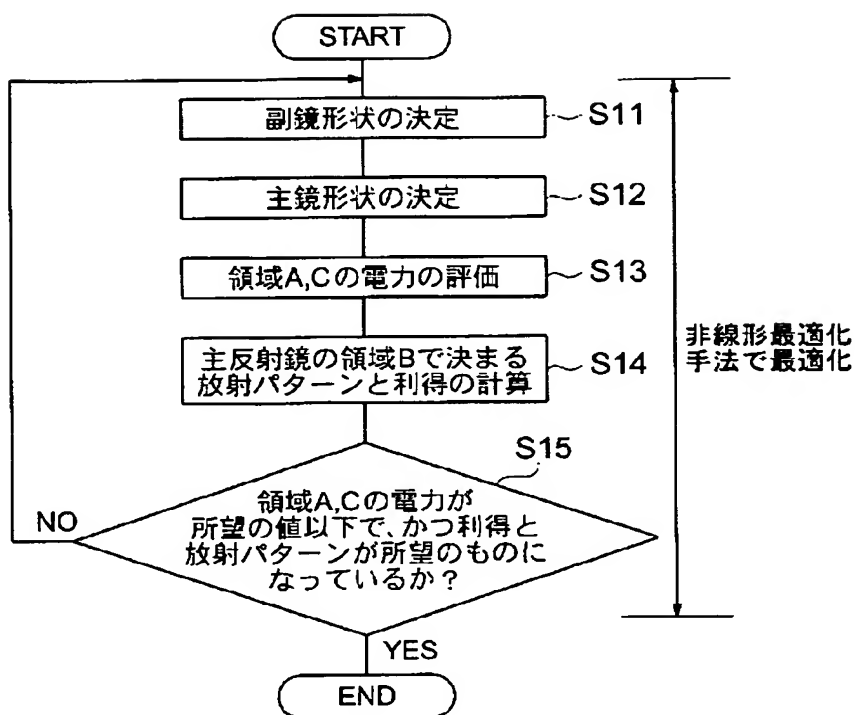
【図 2】



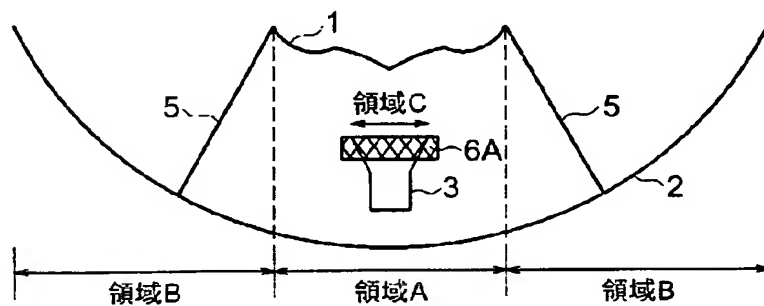
【図 3】



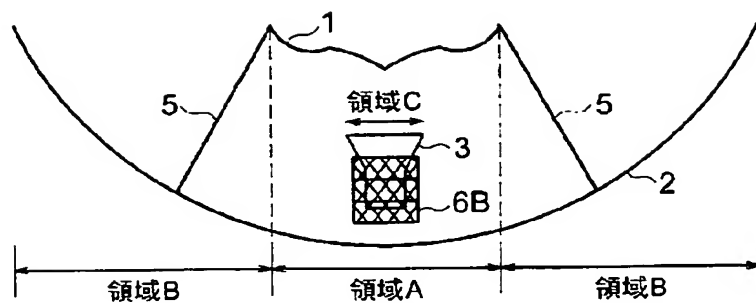
【图 4】



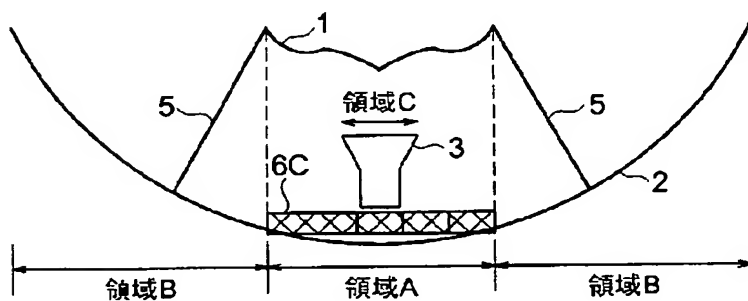
【图 5】



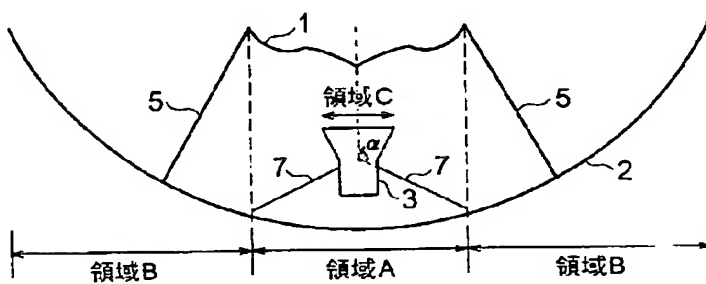
【図 6】



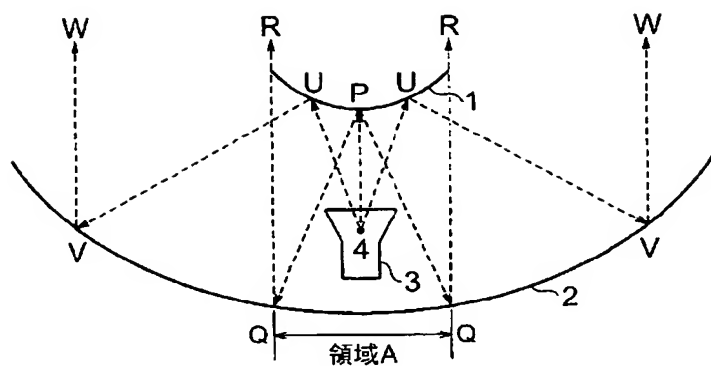
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 不要な電磁波の影響を抑え、アンテナの性能の向上を図ることができる反射鏡アンテナ装置を得る。

【解決手段】 一次放射器が開口部から放射する電波を受けて、当該電波を反射する副反射鏡と、上記副反射鏡が反射する上記電波を受けて、当該電波を空間に放射する主反射鏡とを備え、上記副反射鏡および上記主反射鏡の形状は、上記副反射鏡を上記主反射鏡による電波の放射方向と平行に上記主反射鏡上に投影した上記主反射鏡の領域における電力が所定の第 1 のしきい値以下で、かつ、上記領域以外の上記主反射鏡の領域によって決定されるアンテナの放射パターンが所望の特性になるように設計されている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 9 2 7 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号
氏 名 三菱電機株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 5 年 1 0 月 2 6 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 3 号
氏 名 三菱電機株式会社